I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzbereiche für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	**Kompetenzbereiche**				
	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**
1.1.1		X			
1.1.2		X			
1.1.3					X
1.2.1	X				
1.2.2		X			
1.2.3		X			
2.1	X				
2.2		X			
2.3				X	
2.4			X		
2.5					X

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Wechselstromtechnik
Q2: Wechselstromnetze
Q3: Embedded Systems
verbindliche Themenfelder: Ohmscher Widerstand, Induktivität und Kapazität (Q1.1), Grundschaltungen von Wechselstromwiderständen (Q1.2), Komplexe Wechselstromgrundschaltungen (Q2.1), Dreiphasenwechselspannung (Q2.2), Mikrocontrollerbasierte Softwarelösungen (Q3.1), Modularisierung und komplexe Datenstrukturen (Q3.2)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.1.1	berechnen $U_{1N} = U_{2N} = U_{3N} = \frac{\hat{U}_{1N}}{\sqrt{2}} = \frac{325\,V}{\sqrt{2}} = 229{,}81\,V$ $I_1 = I_2 = I_3 = \frac{\hat{I}_1}{\sqrt{2}} = \frac{5\,A}{\sqrt{2}} = 3{,}54\,A$ Die Periodendauer T beträgt 20 Millisekunden, das entspricht einem Winkel von 360°. I_1 eilt U_{1N} um 2 Millisekunden nach, das entspricht einem Winkel von 36°. $\underline{Z}_1 = \frac{U_{1N}}{I_1} \cdot e^{j36{,}00°} = \frac{229{,}81\,V}{3{,}54\,A} = 64{,}92\,\Omega \cdot e^{j36{,}00°}$		6	
	erklären Der Neutralleiterstrom ergibt sich aus der Summe der Leiterströme unter Beachtung der Phasenlage: $\underline{I}_N = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3$ Im Diagramm ist zu erkennen, dass zu jedem Zeitpunkt *t* die Summe der Momentanwerte dieser Ströme Null ist.		2	
1.1.2	berechnen $\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_{1N}}{\underline{Z}_1} = \frac{230\,V \cdot e^{j0°}}{57\,\Omega + j50{,}27\,\Omega} = 2{,}27\,A - j2{,}00\,A = 3{,}03\,A \cdot e^{-j41{,}41°}$ $\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_{2N}}{\underline{Z}_2} = \frac{230\,V \cdot e^{-j120°}}{57\,\Omega + j50{,}27\,\Omega} = -2{,}87\,A - j0{,}96\,A = 3{,}03\,A \cdot e^{-j161{,}41°}$ $\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_{3N}}{\underline{Z}_3} = \frac{230\,V \cdot e^{j120°}}{57\,\Omega + j50{,}27\,\Omega} = 0{,}60\,A + j2{,}97\,A = 3{,}03\,A \cdot e^{j78{,}59°}$ $\underline{I}_N = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = 0{,}00\,A + j0{,}01\,A$ Hinweis: $\underline{I}_N$ ist praktisch Null, die Abweichung entsteht durch die Verwendung gerundeter Werte in der Berechnung. $\underline{S}_1 = \underline{U}_{1N} \cdot \underline{I}_1^* = 230\,V \cdot e^{j0°} \cdot 3{,}03\,A \cdot e^{j41{,}41°} = 696{,}90\,VA \cdot e^{j41{,}41°}$ $\underline{S}_{GES} = 3 \cdot \underline{S}_1 = 2{,}09\,kVA \cdot e^{j41{,}41°} = 1{,}57\,kVA + j1{,}38\,kVA$ $P_{GES} = \mathrm{Re}\{\underline{S}_{GES}\} = 1{,}57\,kW$ $Q_{GES} = \mathrm{Im}\{\underline{S}_{GES}\} = 1{,}38\,kvar$	5	4	
1.1.3	erklären (1) $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$ (2) $Z_{STRANG} = \sqrt{R^2 + X_L{}^2}$ (3) $I_{LEITER} = \frac{U_{STRANG}}{Z_{STRANG}}$ (4) $\varphi = \arctan\left(\frac{X_L}{R}\right)$ Die größere Frequenz *f* bewirkt laut Formel (1) größere Blindwiderstände X_L in allen Strängen. Die Scheinwiderstände Z_{Strang} erhöhen sich gemäß Formel (2),		2	8

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
	weil X_L größer und R konstant ist. Mit der Formel (3) ergibt sich eine Verringerung der Leiterströme I_{LEITER}, weil die Strangspannungen U_{STRANG} kleiner und die Scheinwiderstände Z_{STRANG} größer sind. Neben dem Betrag ändern sich auch die Phasenverschiebungswinkel der komplexen Leiterströme. Die Vergrößerung von X_L und die Konstanz von R bewirken laut Formel (4) eine Vergrößerung des Phasenverschiebungswinkels φ. Der Neutralleiterstrom ist immer noch null, weil das Netz nach wie vor symmetrisch belastet wird.			
1.2.1	berechnen, darstellen $\underline{I}_{12} = \frac{\underline{U}_{12}}{\underline{Z}_{12}} = \frac{400\,\text{V} \cdot \text{e}^{\text{j}30°}}{57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega} = 5{,}16\,\text{A} - \text{j}1{,}04\,\text{A} = 5{,}26\,\text{A} \cdot \text{e}^{-\text{j}11{,}41°}$ $\underline{I}_{23} = \frac{\underline{U}_{23}}{\underline{Z}_{23}} = \frac{400\,\text{V} \cdot \text{e}^{-\text{j}90°}}{57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega} = -3{,}48\,\text{A} - \text{j}3{,}95\,\text{A} = 5{,}26\,\text{A} \cdot \text{e}^{-\text{j}131{,}41°}$ $\underline{I}_{31} = \frac{\underline{U}_{31}}{\underline{Z}_{31}} = \frac{400\,\text{V} \cdot \text{e}^{\text{j}150°}}{57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega} = -1{,}68\,\text{A} + \text{j}4{,}99\,\text{A} = 5{,}26\,\text{A} \cdot \text{e}^{\text{j}108{,}59°}$ $\underline{I}_1 + \underline{I}_{31} - \underline{I}_{12} = 0$ $\underline{I}_1 = \underline{I}_{12} - \underline{I}_{31} = 5{,}16\,\text{A} - \text{j}1{,}04\,\text{A} - (-1{,}68\,\text{A} + \text{j}4{,}99\,\text{A})$ $\underline{I}_1 = 6{,}84\,\text{A} - \text{j}6{,}03\,\text{A} = 9{,}12\,\text{A} \cdot \text{e}^{-\text{j}41{,}40°}$ $\underline{I}_2 + \underline{I}_{12} - \underline{I}_{23} = 0$ $\underline{I}_2 = \underline{I}_{23} - \underline{I}_{12} = -3{,}48\,\text{A} - \text{j}3{,}95\,\text{A} - (5{,}16\,\text{A} - \text{j}1{,}04\,\text{A})$ $\underline{I}_2 = -8{,}64\,\text{A} - \text{j}2{,}91\,\text{A} = 9{,}12\,\text{A} \cdot \text{e}^{-\text{j}161{,}39°}$ $\underline{I}_3 + \underline{I}_{23} - \underline{I}_{31} = 0$ $\underline{I}_3 = \underline{I}_{31} - \underline{I}_{23} = -1{,}68\,\text{A} + \text{j}4{,}99\,\text{A} - (-3{,}48\,\text{A} - \text{j}3{,}95\,\text{A})$ $\underline{I}_3 = 1{,}80\,\text{A} + \text{j}8{,}94\,\text{A} = 9{,}12\,\text{A} \cdot \text{e}^{\text{j}78{,}62°}$			

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE I**	**BE II**	**BE III**
	Im { I } in j·A; Re { I } in A; $\underline{I}_3$, $\underline{I}_{31}$, $\underline{I}_{12}$, $\underline{I}_2$, $\underline{I}_{23}$, $\underline{I}_1$ berechnen darstellen	6 6	5	
1.2.2	berechnen $\underline{Z}_{\text{GES}} = (\underline{Z}_{31} + \underline{Z}_{12}) \parallel \underline{Z}_{23}$ $\quad \underline{Z}_{\text{GES}} = \left(\frac{1}{\underline{Z}_{31} + \underline{Z}_{12}} + \frac{1}{\underline{Z}_{23}} \right)^{-1}$ $\underline{Z}_{\text{GES}} = \left(\frac{1}{57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega + 57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega} + \frac{1}{57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega} \right)^{-1}$ $\underline{Z}_{\text{GES}} = 38{,}00\,\Omega + \text{j}33{,}51\Omega = 50{,}67\,\Omega \cdot \text{e}^{\text{j}41{,}41°}$ $\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_{23}}{\underline{Z}_{\text{GES}}} = \frac{400\,\text{V} \cdot \text{e}^{-\text{j}90°}}{38{,}00\,\Omega + \text{j}33{,}51\Omega} = -5{,}22\,\text{A} - \text{j}5{,}92\,\text{A} = 7{,}90\,\text{A} \cdot \text{e}^{-\text{j}131{,}41°}$ $\underline{I}_3 = -\underline{I}_2 = 5{,}22\,\text{A} + \text{j}5{,}92\,\text{A} = 7{,}90\,\text{A} \cdot \text{e}^{\text{j}48{,}59°}$ $\frac{\underline{U}_{31}}{-\underline{U}_{23}} = \frac{\underline{Z}_{31}}{\underline{Z}_{31} + \underline{Z}_{12}}$ $\quad \underline{U}_{31} = -\underline{U}_{23} \cdot \frac{\underline{Z}_{31}}{\underline{Z}_{31} + \underline{Z}_{12}}$ $\underline{U}_{31} = -\left(400\,\text{V} \cdot \text{e}^{-\text{j}90°}\right) \cdot \frac{57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega}{57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega + 57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega}$ $\underline{U}_{31} = 0\,\text{V} - \text{j}200{,}00\,\text{V} = 200\,\text{V} \cdot \text{e}^{\text{j}90{,}00°}$ $\frac{\underline{U}_{12}}{-\underline{U}_{23}} = \frac{\underline{Z}_{12}}{\underline{Z}_{31} + \underline{Z}_{12}}$ $\quad \underline{U}_{12} = -\underline{U}_{23} \cdot \frac{\underline{Z}_{12}}{\underline{Z}_{31} + \underline{Z}_{12}}$ $\underline{U}_{12} = -\left(400\,\text{V} \cdot \text{e}^{-\text{j}90°}\right) \cdot \frac{57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega}{57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega + 57\,\Omega + \text{j}50{,}27\,\Omega}$ $\underline{U}_{12} = 0\,\text{V} - \text{j}200{,}00\,\text{V} = 200\,\text{V} \cdot \text{e}^{\text{j}90{,}00°}$		10	

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
1.2.3	berechnen $\underline{I}_1 = \frac{-\underline{U}_{31}}{\underline{Z}_{31}} = \frac{-\left(400\,\text{V}\cdot e^{j150°}\right)}{57\,\Omega + j50{,}27\,\Omega} = 1{,}68\,\text{A} - j4{,}99\,\text{A} = 5{,}26\,\text{A}\cdot e^{-j71{,}41°}$ $\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_{23}}{\underline{Z}_{23}} = \frac{400\,\text{V}\cdot e^{-j90°}}{57\,\Omega + j50{,}27\,\Omega} = -3{,}48\,\text{A} - j3{,}95\,\text{A} = 5{,}26\,\text{A}\cdot e^{-j131{,}41°}$ $\underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = 0 \qquad \underline{I}_3 = -\left(\underline{I}_1 + \underline{I}_2\right)$ $\underline{I}_3 = -\left(1{,}68\,\text{A} - j4{,}99\,\text{A} - 3{,}48\,\text{A} - j3{,}95\,\text{A}\right)$ $\underline{I}_3 = 1{,}80\,\text{A} + j8{,}94\,\text{A} = 9{,}12\,\text{A}\cdot e^{j78{,}62°}$		8	
	Summe 62	**17**	**37**	**8**

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
2.1	ergänzen 	6		
2.2	erklären Mit der Funktion `pinMode` wird für alle verwendeten Pins definiert, ob diese als digitale Ein- oder Ausgänge fungieren sollen. Anschließend wird eine Zähl-schleife dreimal durchlaufen. Innerhalb der Schleife wird die Prozedur `setLEDs`			

<table>
<tr><th rowspan="2">Aufg.</th><th rowspan="2">erwartete Leistungen</th><th colspan="3">BE</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td></td><td>aufgerufen, dabei werden ihr vier HIGH-Werte übergeben. Die Prozedur <code>delay</code> hält anschließend das Programm für 250 ms an.
Danach wird wieder die Prozedur <code>setLEDs</code> aufgerufen, dabei werden ihr vier LOW-Werte übergeben. Anschließend wird das Programm wieder für 250 ms angehalten.</td><td></td><td></td><td>5</td></tr>
<tr><td></td><td>berechnen
$t_{\text{EIN}} = t_{\text{AUS}} = 250\,\text{ms}$ $T_\text{b} = t_{\text{EIN}} + t_{\text{AUS}} = 500\,\text{ms}$
$t_{\text{ges}} = 3 \cdot T_\text{b} = 1500\,\text{ms}$ $f_\text{b} = \frac{1}{T_\text{b}} = \frac{1}{500\,\text{ms}} = 2\,\text{Hz}$</td><td></td><td>3</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>nennen
Der Code kann besser strukturiert werden und wird damit verständlicher. Es kann zudem Code gespart werden.</td><td>2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2.3</td><td>implementieren<pre>
void loop()
{
  int statusBMIN = digitalRead(BMIN);
  int statusBMAX = digitalRead(BMAX);
  int statusLMIN = digitalRead(LMIN);
  int statusLMAX = digitalRead(LMAX);

  if((statusBMIN == HIGH)||(statusLMIN == HIGH))
  {
    setLEDs(HIGH, LOW, LOW, LOW);
  }
    else
    {
      if((statusBMAX == HIGH)&&(statusLMAX == HIGH))
      {
        setLEDs(LOW, LOW, LOW, HIGH);
      }
        else
        {
          if(statusLMAX == LOW)
          {
            setLEDs(LOW, HIGH, LOW, LOW);
          }

          if(statusBMAX == LOW)
          {
            setLEDs(LOW, LOW, HIGH, LOW);
          }

          if(statusLMAX == LOW && statusBMAX == LOW)
          {
            setLEDs(LOW, HIGH, HIGH, LOW);
          }
        }
    }
}
</pre></td><td></td><td></td><td>11</td></tr>
</table>

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
2.4	ergänzen	3		
	begründen Wird der Taster nicht betätigt, besteht über den Pull-Up-Widerstand eine leitende Verbindung zur Betriebsspannung. Damit liegt ein HIGH-Potential an Pin 4 an. Ohne Pull-Up-Widerstand wäre der Signalzustand an Pin 4 undefiniert.		2	
	berechnen $I = \frac{U}{R} = \frac{5\,\text{V}}{10\,\text{k}\Omega} = 0{,}5\,\text{mA}$	2		
2.5	entwickeln Die Pfeile in der Skizze markieren die Positionen, an denen zusätzliche Sensoren angebracht werden müssen. Diese Sensoren reagieren beispielsweise auf die Berührung mit der Platte. Das Programm fragt diese Sensoren ab. Signalisieren beide Sensoren eine Berührung, so ertönt ein Signalton.			4
	Summe 38	**13**	**5**	**20**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“, „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im beruflichen Gymnasium (fachrichtungs-/ schwerpunktbezogene Fächer) (Abiturerlass BG)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Elektrotechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung eines Vorschlags, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1	17	37	8	**62**
2	13	5	20	**38**
Summe	**30**	**42**	**28**	**100**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.